

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/050595

International filing date: 10 February 2005 (10.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 10 2004 006 837.2

Filing date: 12 February 2004 (12.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 29 April 2005 (29.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:**

10 2004 006 837.2

**Anmeldetag:**

12. Februar 2004

**Anmelder/Inhaber:**

Dr. Erwin O s e r, 50670 Köln/DE

**Bezeichnung:**

Stromgewinnung aus Luft

**IPC:**

F 01 K 25/08

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 06. April 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Stanschus".

Stanschus

**Anlage 3****ZUSAMMENFASSUNG****Stromgewinnung aus Luft**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren, um aus der Kondensationswärme der in der Umgebungsluft als Energieträger enthaltenen Feuchtigkeit mit Hilfe eines energetischen Kreisprozesses Strom zu gewinnen.

Erfindungsgemäß wird hierzu die Kondensationswärme der Luftfeuchtigkeit mit Hilfe einer oder mehrerer Wärmepumpen auf ein Temperaturniveau transformiert, um Treibdampf für einen energetischen Kreisprozess herzustellen. Der als Treibdampf genutzte Brüden wird über ein Niederdruck-Entspannungsaggregat entspannt, wobei an der Welle eine mechanische Kraft erzeugt wird, die zum Antrieb eines Generators zur Stromgewinnung genutzt werden kann.

Die Entspannung wird je nach verwendetem Treibdampf isotherm oder mit negativer bzw. positiver Temperaturänderung gefahren, so dass die Kondensationsenergie entweder direkt oder nach Transformation mit einer Wärmepumpe zur Beheizung des Verdampfers genutzt wird.

**Anlage 4****Stromgewinnung aus Luft**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung, aus der in der Luftfeuchtigkeit enthaltenen Energie Strom zu gewinnen.

Die Luft mit dem darin als Luftfeuchtigkeit gelösten Wasserdampf stellt ein riesiges, unerschöpfliches Energiereservoir dar. Einerseits wird in Folge der Sonnenstrahlung Wasser von den Pflanzen abgegeben, andererseits wird insbesondere auf den Weltmeeren und den Oberflächengewässern Wasser verdunstet. Der Partialdruck des Dampfes in der Luft bestimmt die Luftfeuchtigkeit; so sind in 1 kg Luft von 25,5° C und 74% Luftfeuchtigkeit bei Normaldruck etwa 15 g Wasserdampf enthalten. Mit der hohen Verdampfungsenthalpie des Wassers stellt allein dies einen Energieinhalt von etwa 30 kJ dar. Pro m<sup>2</sup> Wasseroberfläche kann bis zu 1 l Wasser/h verdampft werden.

Entscheidend hierbei ist, dass, unter Berücksichtigung aktueller meteorologischer Daten, dieses Energiereservoir, das von der fühlbaren Wärme der Luft und der latenten Wärme des Wasserdampfes gebildet wird, überall auf der Welt, also standortunabhängig vorhanden ist. Dieses Energiereservoir wird von der Sonneneinstrahlung ständig nachgefüllt. Letztlich ist also die Stromgewinnung aus Luft energetisch gesehen nichts anderes als eine indirekte Stromgewinnung aus der Sonnenstrahlung.

Die Stromgewinnung aus Sonnenenergie ist deshalb sehr attraktiv, da die Sonnenenergie an beliebigen Standorten kostenfrei zur Verfügung steht. Abgesehen von atmosphärischen Einflüssen und dem Tag-Nacht-Wechsel steht die Sonnenenergie praktisch auch in unbegrenzter Menge zur Verfügung. Dies gilt insbesondere für Klimazonen in äquatornahen Regionen.

Ein Nachteil für die Stromgewinnung aus Sonnenenergie ist die begrenzte Energie-dichte von etwa 1 kW pro m<sup>2</sup>. Um damit technisch relevante Leistungen zu erzeugen, müssen aufwendige Einrichtungen zur Sammlung der Sonnenenergie eingerichtet werden. Deshalb hat sich eine Stromerzeugung über die nach dem Stand der Technik üblichen thermischen Entspannungsprozesse nicht durchsetzen können, sondern wurde nur in einigen Versuchsanlagen probeweise realisiert.

Nach dem Stand der Technik wird Strom aus Sonnenenergie direkt über Photovoltaik-Anlagen gewonnen. Die bisher realisierten Wirkungsgrade erfordern in Verbindung mit der begrenzten Strahlungsleistung auch hier große Absorberflächen, um technisch relevante Leistungen zu erzeugen. Ein wirtschaftlicher Nachteil sind zudem die recht hohen Herstellkosten für photovoltaische Sonnenkollektoren und die erforderliche Peripherie zur Umsetzung des Stroms in technische Strom-Spannungs-Verhältnisse.

Der entscheidende Vorteil von Luft mit dem darin als Luftfeuchtigkeit gelösten Wasserdampf als Energiespeicher für die Sonnenstrahlung im Sinne der Erfindung liegt in ihrem fluiden Charakter, so dass sie aufgrund natürlicher oder erzeugter Strömung in großen Volumenströmen durch Wärmeaustauschapparate geführt werden kann. Damit wird die apparatetechnisch nutzbare Wärmemenge zeitlich und räumlich von der begrenzten Strahlungsleistung der Sonne entkoppelt. Dieses unerschöpfliche und an allen Standorten weltweit gegebene Energiereservoir kann damit jederzeit und standortunabhängig technisch "angezapft" werden.

Die Erfindung sieht nun vor, die Energie feuchter Umgebungsluft im Verdampfer einer Wärmepumpe aufzunehmen und auf ein höheres Temperaturniveau zu transformieren. Erfindungsgemäß wird dabei aus der Umgebungsluft die enthaltene Luftfeuchtigkeit zum überwiegenden Teil kondensiert, wobei die hohe Kondensationswärme des Wassers für den Prozess gewonnen wird.

Zur Illustration soll das o.g. Beispiel feuchter Luft von 25° C und 74%iger Luftfeuchtigkeit bei Normaldruck zurückgegriffen werden: wird diese Luft auf 5° C gekühlt, so liegt die Gleichgewichtskonzentration des Wasserdampfs bei 5,3 g, d.h. etwa 9,7 g werden unter diesen Bedingungen kondensiert und geben dabei an die Kühlfläche ca. 21,3 kJ aus der Kondensationsenthalpie ab. Die aus der Abkühlung der Luft entsprechend der Wärmekapazität und der Abkühlung um 20° C zusätzlich abzuführende Wärmemenge von 20 kJ wird im Gegenstrom mit der Abluft zurückgewonnen. Um den Wirkungsgrad des Gesamtprozesses weiter zu verbessern, soll in einer günstigen Ausführungsform die einströmende Frischluft durch Wärmetausch mit der abgekühlten Luft vorgekühlt werden.

Die verwendete Wärmepumpe kann beispielsweise entsprechend dem Stand der Technik mit einem mechanischen Verdichter und einem nach Temperaturbedingungen und den thermodynamischen Eigenschaften ausgewählten Arbeitsmittel realisiert werden. Als Arbeitsmittel kommen hier die bekannten Kältemittel in Frage. Die Funktionsweise der herkömmlichen mit mechanischen Verdichtern arbeitenden Wärmepumpen, bei denen die Erwärmung durch mechanische Verdichtung des Brüden hervorgerufen wird, ist allgemein bekannt.

Günstiger für das erfindungsgemäße Verfahren ist die Verwendung innovativer Wärmepumpensysteme, die mit höheren Leistungsziffern arbeiten können. Zu nennen sind hier "Wärmepumpen mit flüssigkeitsüberlagerten Verdichtersystemen" oder chemische Wärmepumpen mit azeotropen Gemischen oder Gemischen mit einer reversibel immobilisierbaren Komponente. Arbeitsmittel sind hier vorzugsweise organische oder anorganische Lösemittel sowie Gemische aus den genannten Lösemitteln, die bevorzugt azeotrope Gemische bilden und/oder bei denen eine der Komponenten ein reversibel immobilisierbares Lösemittel ist.

Wärmepumpen auf der Basis flüssigkeitsüberlagerten Verdichtersysteme werden in der Anmeldung AZ 10360364.6 "Offene Wärmepumpe unter Verwendung von flüssigkeitsüberlagerten Verdichtersystemen" beschrieben. Die Wirkungsweise einer chemischen Wärmepumpe mit azeotropen Gemischen oder mit Gemischen mit einer reversibel immobilisierbaren Komponente werden in der Anmeldung AZ 10360380.8 "Extraktions-Wärmepumpe mit reversibel immobilisierbarem Lösemittel" beschrieben.

Ein wesentliches erfindungsgemäßes Merkmal dieser neuartigen Wärmepumpen liegt in der Extraktion einer der Komponenten, wobei die frei werdende Kondensations- bzw. Absorptionswärme auf die gasförmig bleibende Komponente übertragen und damit auf ein höheres Temperaturniveau transformiert wird.

Abhängig von dem zu überwindenden Temperaturniveau und im Hinblick darauf, dass die Leistungsziffer von Wärmepumpen mit zunehmender Temperaturdifferenz kleiner wird, kann der gewünschte Temperatursprung bei Bedarf auch mit mehreren hintereinander geschalteten Wärmepumpen der vorgenannten Typen realisiert werden. Eine Auswahl von Wärmepumpen und Arbeitsmitteln kann erfindungsgemäß auf die Umgebungsbedingungen und die gewünschten Leistungsdaten der Stromgewinnung optimal angepasst werden.

In einer günstigen Ausführungsform können die Wärmepumpen durch einen bzw. mehrere Motoren angetrieben werden. Ein zusätzlicher Vorteil hinsichtlich des Gesamt-Wirkungsgrades wird erreicht, wenn die Abwärme aus dem Kühlwasser bzw. Abgas der motorischen Antriebe erfasst und als zusätzliche Beheizung der Verdampfereinheit herangezogen wird. Als Kraftstoffe für die motorischen Antriebe können entweder fossile Kraftstoffe oder biogene Kraftstoffe eingesetzt werden.

Ein weiterer Vorteil von motorischen Antrieben für die Wärmepumpe(n) wäre in dem einfacheren Anfahren der Anlage zu sehen, da so die für den Betrieb der Verdampfereinheit für den Energiekreisprozess erforderliche Energie aufgebracht würde.

Die auf das höhere Temperaturniveau transformierte Wärme in einem Temperaturbereich von 50° bis 100° C, vorzugsweise in einem Temperaturbereich von etwa 60° bis 90° C, wird nun in einem Verdampfer zur Verdampfung eines Arbeitsmittels genutzt. Der Brüden wird als Treibdampf eines energetischen Kreisprozesses genutzt. Für dieses Arbeitsmittel können erfindungsgemäß wiederum die vorgenannten Lösemittel und/oder Gemische herangezogen werden.

Der im Verdampfer erzeugte Brüden wird nun als Treibdampf über einen Niederdruck-Entspannungsaggregat entspannt, wie es in der Anmeldung AZ 10360379.4 "Niederdruck-Entspannungsmotor auf der Basis von Rootsgebläsen" beschrieben ist. Die bei der Entspannung freigesetzte mechanische Kraft wird mit einem Generator zur Stromgewinnung genutzt.

Die Erfindung sieht vor, die verbleibende Energie des Treibdampfes nach der Entspannung zu einem möglichst großen Anteil wieder in den Kreisprozess zurückzuführen. Die Realisierung hängt dabei von der Art des verwendeten Arbeitsmittels bzw. Arbeitsmittelgemisches ab:

- Bei einem einkomponentigen Arbeitsmittel wird der entspannte Brüden durch Wärmetausch im Verdampfer einer Wärmepumpe kondensiert. Erfindungsgemäß wird das Arbeitsmittel so ausgewählt, dass aufgrund einer vergleichsweise hohen Wärmekapazität im Verhältnis zur Verdampfungswärme eine möglichst geringe Temperaturniedrigung bei der Entspannung auftritt.

Damit wird erreicht, dass die Wärmepumpe, mit der die Kondensationsenergie wieder auf das Ausgangs-Temperaturniveau der Verdampfung transformiert wird, mit geringem Energiebedarf und mit einer günstigen Leistungs-ziffer arbeitet.

Liegt als Arbeitsmittel ein azeotropes Lösemittelgemisch vor, so erfolgt die Energierückführung durch Absorption einer Komponente und Übertragung der Energie auf die gasförmig bleibende Komponente, wie es in der Anmeldung AZ 10361223.8 "Niederdruck-Entspannungsmotor mit Treibdampftrennung mittels extraktiver Rektifikation" beschrieben wird.

Wird ein Lösemittelgemisch mit einer reversibel immobilisierbaren Komponente verwendet, so erfolgt die Energierückführung entsprechend den Ausführungen in der Anmeldung AZ 10361203.3 "Niederdruck-Entspannungsmotor mit Energierückführung".

Mit den beiden letztgenannten Teilprozessen wird es möglich, dass der entspannte Brüden aufgrund der Übertragung der Kondensations- oder Absorptionswärme auf die verbleibende Komponente auf ein so hohes Temperaturniveau transformiert wird, dass die Wärme unmittelbar wieder zur Verdampfung des Ausgangsgemisches herangezogen werden kann.

Der entscheidende Vorteil des erfindungsgemäßen energetischen Kreisprozesses entsprechend der vorstehenden Funktionsweise liegt darin, dass die Kondensationswärme, die bei herkömmlichen thermischen Entspannungsprozessen verfahrensbedingt als Verlustwärme auftritt und über Kühleinrichtungen abgefahren werden muss, hier wieder in den Energiekreislauf zurückgeführt wird. Der erfindungsgemäße Prozess stellt ein "Energie-Schwungrad" dar, in das einerseits ständig Energie aus der Umgebungswärme eingespeist wird, dem andererseits bei der Niederdruck-Entspannung ständig Energie entzogen wird, die mit dem Generator in Strom umgewandelt wird.

Der Anteil der Treibdampfenergie, der bei der Entspannung an der Welle des Gebläses zur Stromgewinnung genutzt wird, wird durch das thermische Gleichgewicht des "Energie-Schwungrades" bestimmt, also einerseits durch die Menge der aus der Umgebungswärme mit den Wärmepumpen ständig eingespeisten Energie sowie in den verschiedenen Aggregaten unvermeidlich anfallenden Verlusten.

Die thermodynamischen Daten von Arbeitsmittel und die Leistungsdaten der verwendeten Maschinen und Aggregate haben zur Folge, dass trotz unvermeidlicher Verluste des Systems eine höhere Stromleistung gewonnen werden kann, als über die verschiedenen Antriebe der Wärmepumpensysteme in das System eingespeist werden muss. Der Gesamtprozess erzielt also auf Kosten der aus der Sonnenstrahlung gespeisten Umgebungswärme einen Überschuss an elektrischer bzw. mechanischer Leistung.

Die Stromgewinnung aus Luft nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird in der Abbildung 1 schematisch dargestellt; hierbei wird die Ausführungsform mit einem azeotropen Lösemittelgemisch als Arbeitsmittel zugrundegelegt:

Mit Hilfe eines Ventilators (1) wird eine erzwungene Luftströmung in einem Wärmetauscher (2) abgekühlt. Um den Wirkungsgrad des Prozesses zu verbessern, kann die Zuluft in einem Luft-Luft-Wärmetauscher (3) durch Wärmetausch mit der abgekühlten Luft vorgekühlt werden.

Der Wärmetauscher (2) dient als Verdampfereinheit einer Wärmepumpe, die als weitere Funktionsbausteine den Verdichter (4), die Wärmeaustauscheinheit (5), die als Kondensator der Wärmepumpe fungiert, sowie das Entspannungsventil (6) bildet.

Mit der Wärmepumpe wird die im Verdampfer (2) aus der Kondensation der Luftfeuchtigkeit, zusätzlich zu der Abkühlung der Luft, gewonnene Energie auf ein hohes Temperaturniveau transformiert und gibt in der Wärmeaustauscheinheit (5) durch Kondensation die Wärme auf diesem hohen Temperaturniveau ab. Die freigesetzte Energie wird zur Verdampfung eines azeotropen Gemisches genutzt, das als Arbeitsmittel eines energetischen Kreisprozesses verwendet wird. Der in der Verdampfereinheit (7) aus dem azeotropen Gemisch hergestellte Brüden wird über ein Niederdruck-Entspannungsaggregat (8) entspannt, wobei an der Welle eine mechanische Kraft auftritt, die mit Hilfe des Generators (9) zur Stromgewinnung genutzt wird.

Der entspannte Brüden wird in einem nachgeschalteten Wäscher (10) getrennt, in dem das oben in den Wäscher (10) eingespritzte Absorbens eine der Komponenten absorbiert. Die dabei frei werdende Absorptionswärme wird auf die andere, gasförmig bleibende Komponente übertragen, wodurch der Restbrüden auf ein Temperaturniveau oberhalb der Siedetemperatur des azeotropen Gemisches erwärmt wird. Der weiterhin gasförmige Restbrüden gibt seine Kondensationswärme in der Wärmeaustauschereinheit (13) ab, die in der Verdampfereinheit (7) integriert ist. Die in (13) verflüssigte Komponente wird mit Hilfe der Pumpe (14) zurück in den Speicher für das azeotrope Gemisch transportiert, und steht hier zur Vermischung mit der anderen Komponente erneut zur Verfügung.

Die im Wäscher absorbierte Komponente wird mit Hilfe der Pumpe (11) einem Membranfilter (12) zugeleitet, in dem diese Komponente von der Absorptionsflüssigkeit wieder getrennt wird. Der mit der Pumpe (11) erzeugte Druck reicht aus, das Absorbens einerseits wieder dem Wäscher zuzuführen, andererseits die 2. Komponente der Verdampfereinheit (7) zuzuführen. Dabei werden die beiden Komponenten im Speicherraum der Verdampfereinheit wieder miteinander vermischt.

Zur Herstellung des Treibdampfes aus dem azeotropen Gemisch tragen also 2 Energieanteile bei: Einerseits die mit der Wärmepumpe (2, 4, 6, 5) aus der abgekühlten Luft und der kondensierten Luftfeuchtigkeit gewonnene und auf das hohe Temperaturniveau der Verdampfung transformierte Energie, andererseits die im energetischen Kreisprozess nach der Entspannung zurückgeführte Absorptionsenergie aus der Treibdampftrennung des aus einem azeotropen Gemisch erzeugten Brüden. Diese Rückführung der Energie stellt erfindungsgemäß den guten Wirkungsgrad der Stromgewinnung aus Luft sicher.

Für den Antrieb des Verdichters (4) der Wärmepumpe kann in einer günstigen Ausführungsform auch ein Motor verwendet werden, der entweder mit Diesel oder Erdgas oder auch mit biogenen Kraftstoffen, wie z.B. Biogas, Rapsöl oder Bio-Diesel u.ä., betrieben wird. In dieser Variante kann ein zusätzlicher Energieanteil für die Verdampfereinheit (7) aus der Motorabwärme oder der Abgaswärme des Motors (16) gewonnen werden. Mit einer solchen Anordnung wird zum einen der Wirkungsgrad des Gesamtprozesses weiter verbessert, zum anderen soll diese Anordnung das "Anfahren der Anlage" vereinfachen.

**Anlage 5****PATENTANSPRÜCHE****Stromgewinnung aus Luft**

1. Verfahren zur Gewinnung von elektrischem Strom aus Luft.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Energieinhalt der Luft mit dem darin gelösten Wasserdampf durch eine oder bei Bedarf mehrere hintereinandergeschaltete Wärmepumpen-Systeme auf ein hinreichend hohes Temperaturniveau transformiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Energieinhalt der Luft mit dem darin gelösten Wasserdampf aus einer Abkühlung der Luft, vorzugsweise mit Kondensation der enthaltenen Luftfeuchtigkeit, für den Prozess gewonnen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Luft mit der darin enthaltenen Luftfeuchtigkeit mit einer natürlichen Strömung durch den Verdampfer (2) einer Wärmepumpe geleitet wird und dort ihre Energie an das Arbeitsmittel der Wärmepumpe abgibt.
5. Verfahren nach Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Luft mit der darin enthaltenen Luftfeuchtigkeit mit einer durch einen Ventilator (1) erzwungenen Strömung durch den Verdampfer (2) einer Wärmepumpe geleitet wird und dort ihre Energie an das Arbeitsmittel der Wärmepumpe abgibt.
6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Energie auf ein Temperaturniveau zwischen etwa 50° C bis 100° C, vorzugsweise zwischen 60° C und 90° C, transformiert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Arbeitsmittel der Wärmepumpe ein organisches oder anorganisches Lösemittel verwendet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 2 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gemisch aus diesen Lösemitteln, vorzugsweise ein azeotropes Gemisch, verwendet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 2, 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gemisch der genannten Lösemittel mit mindestens einer reversibel immobilisierbaren Komponente verwendet wird.
10. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Verdichter (4) der Wärmepumpe ein mechanischer Verdichter verwendet wird.
11. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Ventilator (4) der Wärmepumpe ein flüssigkeitsüberlagerter Verdichter verwendet wird.
12. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Wärmepumpe mit azeotropen Gemischen verwendet wird.
13. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Wärmepumpe auf der Basis von Lösemittelgemischen mit mindestens einer reversibel immobilisierbaren Komponente verwendet wird.
14. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Wärmepumpe auf der Basis einer Energieübertragung mittels Infrarotstrahlung verwendet wird.
15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromgewinnung mit Hilfe eines energetischen Kreisprozesses mit Niederdruck-Brüdenentspannung realisiert wird.
16. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die aus der Umgebungswärme aufgenommene und mit einer oder mehreren Wärmepumpen auf das hinreichend hohe Temperaturniveau transformierte Wärme (5) in einem Verdampfer (7) zur Verdampfung des Arbeitsmittels des energetischen Kreisprozesses herangezogen wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass als Arbeitsmittel ein organisches oder anorganisches Lösemittel verwendet wird.
18. Verfahren nach Anspruch 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, dass als Arbeitsmittel ein Gemisch aus diesen Lösemitteln, vorzugsweise ein azeotropes Gemisch, verwendet wird.
19. Verfahren nach Anspruch 16, 17 und 18, dadurch gekennzeichnet, dass als Arbeitsmittel ein Gemisch der genannten Lösemittel mit mindestens einer reversibel immobilisierbaren Komponente verwendet wird.
20. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der durch Verdampfen des Arbeitsmittels erzeugte Treibdampf über ein Niederdruck-Entspannungsaggregat (8) entspannt wird.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass als Niederdruck-Entspannungsaggregat (8) ein Rootsgebläse oder Wälzkolbengebläse verwendet wird.
22. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass an die Welle des Entspannungsaggregates ein Generator (9) angeflanscht wird, mit dem Strom erzeugt wird.
23. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die nach der Entspannung noch im Treibdampf verbliebene Energie erneut zur Verdampfung des Arbeitsmittels genutzt wird.
24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Treibdampfenergie auf ein hinreichend hohes Temperaturniveau transformiert wird, um das Arbeitsmittel durch Wärmeaustausch zu verdampfen.
25. Verfahren nach Anspruch 17 und 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Arbeitsmittel, sofern es als einkomponentiges Lösemittel besteht, kondensiert wird.
26. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 24 und 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Kondensation durch Wärmeaustausch mit dem Verdampfer einer Wärmepumpe realisiert wird, die die aufgenommene Kondensationswärme auf das höhere Temperaturniveau der Verdampfung transformiert.
27. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 18 und 24, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle eines Arbeitsmittels aus einem azeotropen Gemisch die eine Komponente in einem Wäscher (10) absorbiert wird und die frei werdende Absorptionswärme auf die gasförmig bleibende Komponente übertragen wird, so dass sich diese Komponente auf das Temperaturniveau der Verdampfung erwärmt.
28. Verfahren nach Anspruch 19, 23 und 24, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Arbeitsmittel als Gemisch von Lösemitteln mit mindestens einer reversibel immobilisierbaren Komponente diese Komponente durch Immobilisierung extrahiert wird, wobei die Extraktionswärme auf die gasförmig verbleibende Komponente übertragen wird.
29. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die reversible Immobilisierung durch pH-Verschiebung, durch Elektrolyse oder Membranprozesse realisiert wird.
30. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 18 und 27, dadurch gekennzeichnet, dass die ausgewaschene Komponente des azeotropen Gemisches durch eine Membrane (12) von der Waschlösung abgetrennt wird, so dass sie erneut zur Herstellung eines azeotropen Gemisches als Arbeitsmittel zur Verfügung steht und damit für den Prozess zurückgewonnen wird.

31. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die abgekühlte Luft aus dem Verdampfer der Wärmepumpe in einem Luft-Luft-Wärmetauscher (3) zur Vorkühlung von zugeführter Frischluft verwendet wird.

32. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Abkühlung der Luft verwendeten Wärmepumpen direkt durch motorische Antriebe (15) angetrieben werden.

33. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Abwärmen der motorischen Antriebe aus dem Kühlwasser und dem Abgas (16) zusätzlich als Beheizung der Verdampfereinheit (7) verwendet werden.

AN

Anlage 6

Stromgewinnung aus Luft

